

**Schutzmaßnahmen für marine Säugetiere
bei Ansprengeversuchen der WTD 71 an Fregatte F 122 ex-KARLSRUHE
im Bundeswehr-Sperrgebiet Schönhagen**



Beitrag der Unterabteilung Geoinformation, Marinekommando
für das Vorhaben der Wehrtechnischen Dienststelle 71

Bearbeiter: Dr. Stefan Ludwig

Rostock

Version: 12. August 2020

Inhaltsverzeichnis

1. Relevante Meeressäugerart und Vorkommen.....	3
2. Walschutzmaßnahmen	6
<i>2.1 Allgemeine Beschränkungen</i>	<i>6</i>
<i>2.2 Zeiträume</i>	<i>6</i>
<i>2.3 Visuelle Überwachung.....</i>	<i>6</i>
<i>2.4 Akustische Überwachung.....</i>	<i>8</i>
3. Vergrämungsmaßnahmen und Maßnahmen bei Sichtungen	10
<i>3.1 Vergrämung durch Aufbau eines akustischen Warnkordons für Schweinswale</i>	<i>10</i>
<i>3.2 Vergrämung durch den Einsatz von akustischen Vergrämungsgeräten ("Seal Scarer")</i>	<i>13</i>
<i>3.3 Vergrämung mit Unterwasserschallsignalen (Minisprengladungen)</i>	<i>16</i>
<i>3.4 Einsatz eines Blasenschleiers zur Dämpfung des Unterwasserschallpegels</i>	<i>19</i>
4. Ablaufplan der Walschutzmaßnahmen	21
5. Mögliche Auswirkungen bei Ausfall einzelner Schutzmaßnahmen.....	23
6. Literaturquellen	25
Anhang I	29
Anhang II	30
Anhang III	31

1. Relevante Meeressäugerart und Vorkommen

Der Schweinswal (*Phocoena phocoena*) gehört zu den Schweinswalartigen, Phocoenidae (Jefferson et al. 2008, Würsig et al. 2018). Er ist in der Region der Kieler Bucht, in der sich das Bundeswehr-Sperrgebiet „Schönhagen“ befindet, die lokal regelmäßig vorkommende Meeressäugerart, er ist ebenso die einzige residente Art der Wäلتiere (*Cetacea*) in der Ostsee (u.a. Benke et al. 1998, Koschinski 2001, Hammond et al. 2002) und ist gleichzeitig als die empfindlichste Art im Hinblick auf akustische Störungen in der Ostsee zu sehen und wird daher hier als Leitart betrachtet. Verschiedene Studien unterstützen, dass es drei Subpopulationen in der Ostsee gibt, eine im nördlichen Kattegat-Skagerrak, eine im Kattegat und in der Beltsee sowie eine in der inneren Ostsee (siehe Sveegard et al. 2011, Galatius et al. 2012, Carlen 2013, Carlen et al. 2018). Die Schweinswale in der Eckernförder Bucht sind Teil der westlichen Ostsee- / Beltsee-Population (Einteilung der Sub-Populationen in den Gebieten der Ostsee siehe HELCOM-Karten unter <http://maps.helcom.fi/website/mapservice/index.html>).

Durch das Monitoring von marinen Säugetieren (systematische Zählungen vom Flugzeug und Schiff aus, akustische Erfassungen) sind das Vorkommen und saisonale Muster der Verbreitung von Schweinswalen ermittelt worden (siehe u.a. Kottmann 2013, Benke et al. 2014, Viquerat et al. 2014, 2015). In einer Studie von Kottmann (2013) wurde die saisonale Verbreitung, basierend auf einem sehr umfassenden sowie wissenschaftlich fundierten, systematisch erfassten Datensatz von mehreren Jahren (2002-2011) in der Ostsee untersucht (Abb. 1 bis 3). Daher wurde explizit diese Studie für die Betrachtung des Gebietes herangezogen, auch wenn es neuere, weniger umfangreiche oder größerskalige Monitoringdaten gibt (z.B. <https://www.bfn.de/themen/meeresnaturschutz/downloads/berichte-zum-monitoring.html>, Viquerat et al. 2015, Carlen et al. 2018).

In Abb. 1 bis 3 ist zu erkennen, dass im Zeitraum März bis Mai die Dichte von Schweinswalen in der westlichen Ostsee (Bereich E) niedriger als im Sommer ist und hier nur eine Kälbersichtung registriert wurde (Abb. 1). Im Zeitraum Juni bis August nimmt die Dichte zu, ebenso wie die Sichtung von Kälbern (Abb. 2). Ab September bis November wird wieder eine abnehmende Dichte beobachtet, und keine Sichtungen von Kälbern im Bereich E (Abb. 3).

Registrierte Strandungen von Kälbern waren in den Winter- und Frühjahrsmonaten gering, mit einem langsamen Anstieg im Juni und dem Maximum im August (Kottmann 2013). Für die Analyse der Strandungen wurden Datensätze von 1990 bis 2012 betrachtet (siehe Kottmann 2013). Auch nach Siebert et al. (2006) wurde bereits ein Maximum der Kälberstrandungen im Spätsommer ermittelt. Nach verschiedenen Publikationen ist die Hauptreproduktionszeit der Schweinswale im Vergleich zur Nordsee um ca. einen Monat verschoben, und beginnt im Juni (Hasselmeier 2003, Lockyer und Kinze 2003, Kottmann 2013, BMUB 2013).

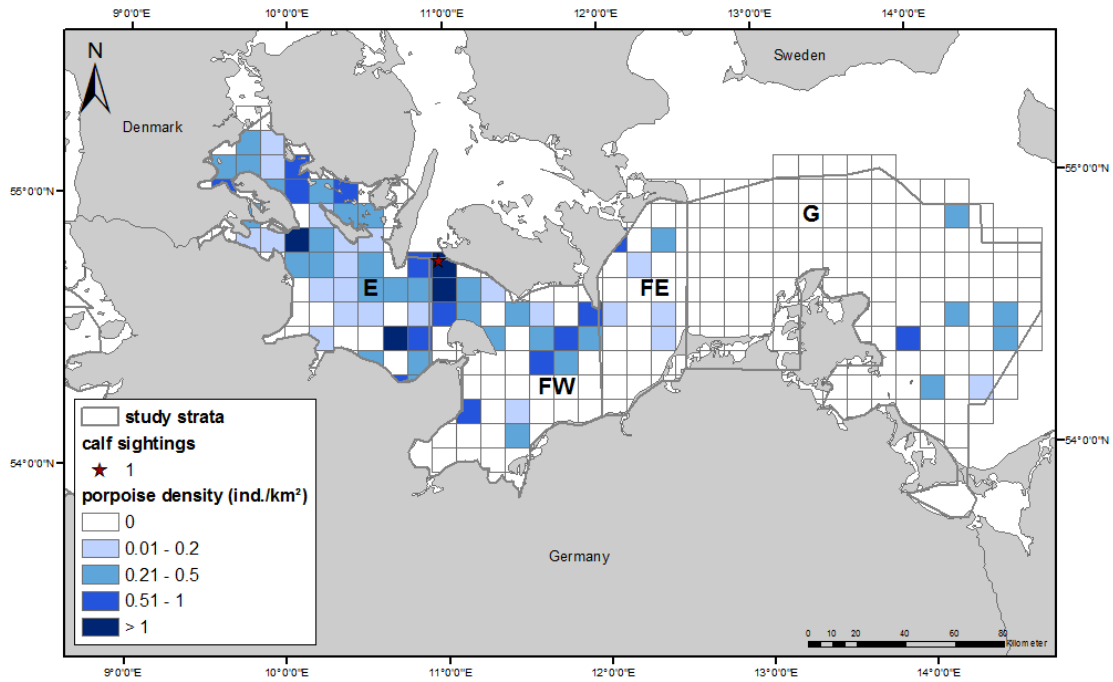


Abb. 1. Dichteverteilung von (Schweinswalen (Individuen / km²) in der Ostsee in den Monaten März bis Mai. Die Sterne kennzeichnen Kälbersichtungen. Daten 2002-2011 wurden ausgewertet. Rasterzellengröße ist 10 x 10 km, (Projektion Lambert ETRS 1989). Aus Quelle: Kottmann (2013).

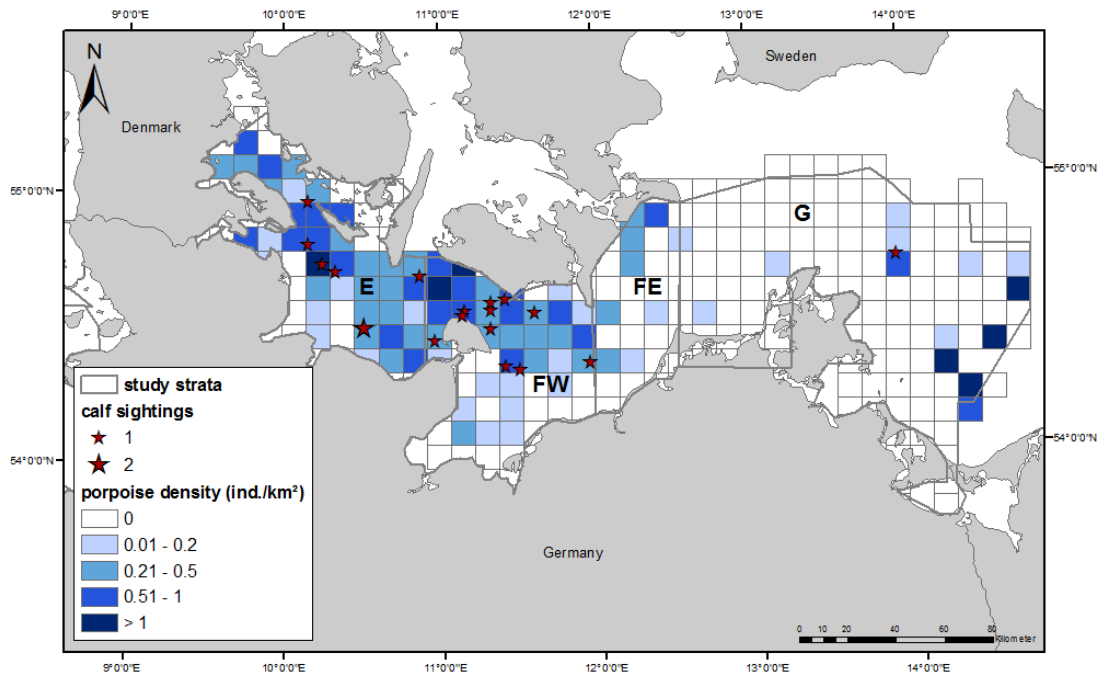


Abb. 2. Dichteverteilung von (Schweinswalen (Individuen / km²) in der Ostsee in den Monaten Juni bis August. Die Sterne kennzeichnen Kälbersichtungen. Daten 2002-2011 wurden ausgewertet. Rasterzellengröße ist 10 x 10 km, (Projektion Lambert ETRS 1989). Aus Quelle: Kottmann (2013).

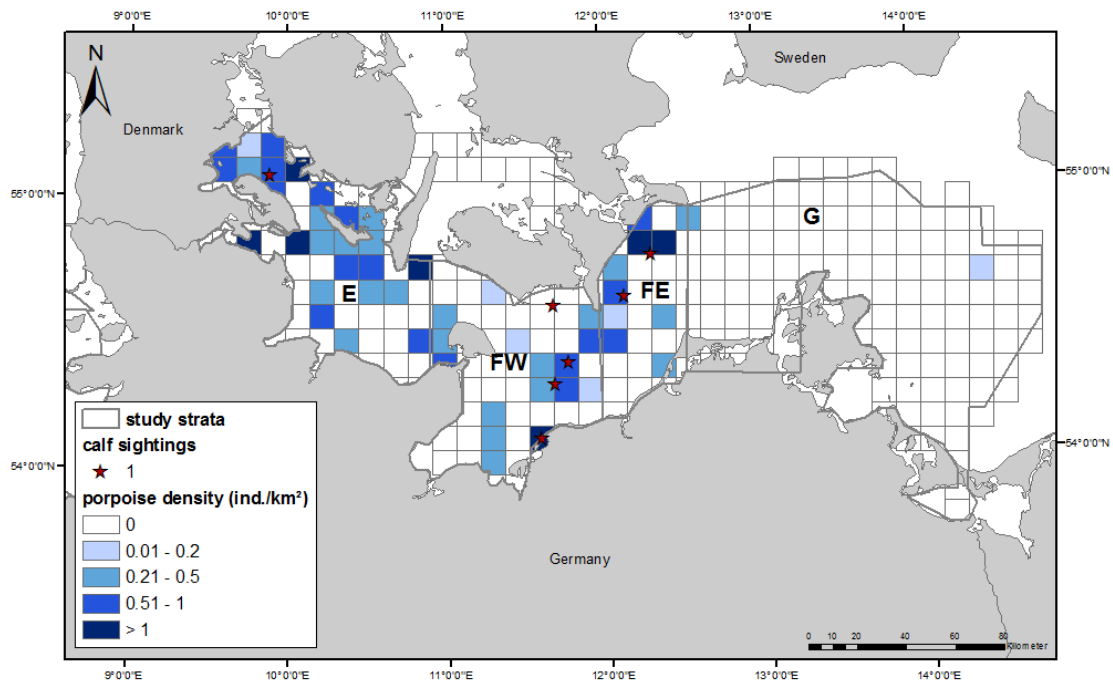


Abb. 3. Dichteverteilung von (Schweinswalen (Individuen / km²) in der Ostsee in den Monaten September bis November. Die Sterne kennzeichnen Kälbersichtungen. Daten 2002-2011 wurden ausgewertet. Rasterzellengröße ist 10 x 10 km, (Projektion Lambert ETRS 1989). Aus Quelle: Kottmann (2013).

Basierend auf den angeführten Publikationen ist erkennbar, dass auch mit einer zunehmenden Anwesenheit von Schweinswalen im Bereich der Kieler Bucht ab Ende Mai / Juni zu rechnen ist, dem Vorkommensmuster der westlichen Ostsee / Beltsee folgend. Dies bestätigen auch anderweitig erfasste, zufällige Sichtungen von Schweinswalen (siehe u.a. www.deutsches-meeresmuseum.de). Die Auswertungen systematisch erfasster Sichtungen über einen längeren Zeitraum haben aber für das Erkennen von Trends der saisonalen Populationsverteilung die beste, signifikante Aussagekraft (vgl. Siebert et al. 2006, Kottmann 2013, Benke et al. 2014).

Auch wenn es deutlich erkennbare saisonale Unterschiede im Vorkommen der Schweinswale im Bereich der Kieler Bucht gibt, wie unter anderem Kottmann (2013) aufzeigt, ist aber prinzipiell von einer ganzjährigen Nutzung des Areals durch die Tiere auszugehen, die zur Population der Beltsee (u.a. Kleiner Belt, Kieler Bucht) in der westlichen Ostsee gehören (Carlen 2013, Benke et al. 2014). Die Verfügbarkeit der bevorzugten Nahrung und deren Vorhersagbarkeit wird als ein entscheidender Faktor für die saisonale Verbreitung der Schweinswale angesehen (Sveegaard et al. 2012).

2. Walschutzmaßnahmen

Der Zeitraum für die vorgesehenen Anspengversuche der ehemaligen Fregatte F 122 ex-KARLSRUHE ist so determiniert, dass er nicht in der Hauptreproduktionsphase der Schweinswale in der westlichen Ostsee liegt (siehe vorhergehende Ausführungen).

Für die Versuchsreihe der WTD 71 sind folgende Walschutzmaßnahmen geplant, die sich an der allgemeinen Weisung für die Marine- und Rüstungsflotte orientieren, nach der der Einfluss von Unterwasserschall auf Meeressäuger und maritime Lebensräume zu minimieren ist, unter Berücksichtigung notwendiger Sicherheitsbestimmungen und der Notwendigkeit des Auftrags (Fleetgen 03-2019 der Deutschen Marine, vollständige Version VS NfD). Aufgrund der Komplexität der hier geplanten Anspengversuche werden hier verschiedene, aufeinander abgestimmte Maßnahmen aufgestellt, die sowohl akustische als auch visuelle Methoden beinhalten. Die hier vorgesehenen Schutzmaßnahmen beinhalten alle Aspekte, die auch bei der Beseitigung von Offshore-Kampfmitteln angewandt werden bzw. gehen noch darüber hinaus (vgl. mit Frey et al. 2019), ein Blasenschleier wird entsprechend der technischen, versuchsbedingten Möglichkeiten realisiert (siehe 3.4).

2.1 Allgemeine Beschränkungen

Die Sprengungen werden auf das unbedingt notwendige Maß begrenzt. Hinsichtlich der Anzahl der Sprengungen und der Ladungsgrößen wird von der WTD 71 ein strenger Maßstab angelegt.

Die Sprengungen werden nur durchgeführt, wenn keine Schweinswale in einem Radius von zwei nautischen Meilen festgestellt werden.

2.2 Zeiträume

Die WTD 71 führt Sprengungen nur in folgenden Zeiträumen durch:

- 16. – 30. Mai
- 21. Aug. bis 31. Jan. (hier freiwillig eingeschränkt auf Beginn nicht vor Ende September)

2.3 Visuelle Überwachung

Die visuelle Überwachung vor, während und nach der Durchführung der Anspengversuche im Bundeswehr-Sperrgebiet Schönhagen findet von verschiedenen zur Verfügung stehenden Plattformen aus statt. So wird neben einem Arbeitsboot der WTD 71 ein Sicherheitsboot eingesetzt, um dies zu realisieren. Des Weiteren sind aufgrund der Sicherheitsvorschriften für die Durchführung der Versuche weitere Boote / Schiffe anwesend (u.a. ein Mehrzweckboot der WTD 71, Schlepper für den Versuchsträger (exKARLSRUHE), ggf. auch diverse Boote der in Amtshilfe beteiligten Wasserschutzpolizei des Landes SH), die ebenfalls alle beauftragt werden, im Areal gesichtete Schweinswale zu melden.

Folgendes standardmäßige Verfahren der visuellen Beobachtung und Überwachung hinsichtlich der Anwesenheit von Meeressäugern / Schweinswalen wird bei Einsatz aktiver

Hochleistungs-sonare / Unterwasserdetonationen angewendet (* im hier geplanten Vorhaben ist die Anwesenheit der überwachenden Einheiten / Schiffe aufgrund der Logistik höher):

- 1) Die visuelle Beobachtung findet von der Brücke bzw. der höchstmöglichen Plattform der Beobachtungseinheit aus statt (Minimum zwei Beobachter). Die Beobachter werden von Experten eingewiesen, sowie mit erforderlichen Binokularen ausgestattet.
- 2) Alle Sichtungen von Meeressäugern werden dem/den verantwortlichen Experten gemeldet, um entsprechende Verfahren der Risikominimierung zu ermöglichen. Die gesichteten Tiere werden anhand der Bestimmungstabellen der Bundeswehr (Ludwig 2011, Ludwig & Nissen 2014) und zusätzlicher Literatur zur Bestimmung (u.a. Jefferson et al. 2008, Shirihai & Jarrett 2008) identifiziert. Die Beobachtungen werden im Sichtungsprotokoll für Meeressäugersichtungen aufgezeichnet. Die Details der Beobachtung werden festgehalten, die relevant für die Datenbank der marinen Säugetiere sind (Protokoll Sichtungen Meeressäuger; Informationen zur Datenbank siehe Ludwig et al. 2008, Ludwig & Nissen 2014).

Der verantwortliche Experte (bzw. Experten) meldet dem Versuchsleiter ggf. sofort die Anwesenheit von Schweinswalen bzw. er bestätigt dem Versuchsleiter zu Beginn des Count-Downs, dass keine Meeressäuger festgestellt wurden.

Anmerkung: Im konkreten Fall handelt es sich im Seegebiet nur um die lokal vorkommende Art Schweinswal (der nur vereinzelt und sporadisch auftretende Seehund in diesem Bereich der Ostsee wird bei den Schutzmaßnahmen mitberücksichtigt).

- 3) Es ist wichtig den Beobachtungsaufwand einzutragen, auch wenn keine Tiere gesichtet werden.
- 4) Digitalfotos oder Videos werden nach Möglichkeit gemacht, um die Identifikation zu bestätigen.
- 5) Zusätzlich zur Überwachung für Meeressäuger wird die visuelle Beobachtung auf die Registrierung von möglichen menschlichen Aktivitäten wie Tauchen oder Schwimmen ausgeweitet. Werden Aktivitäten beobachtet, sind die entsprechenden Schutzmaßnahmen einzuleiten (aufgrund der Durchführung im Sperrgebiet nicht zu erwarten).
- 6) Die visuelle Beobachtung beginnt mindestens 120 min vor dem Versuch (siehe Kopplung mit akustischer Überwachung). Die Beobachtung wird während der Versuche kontinuierlich fortgeführt, nach Ende wird dies für mindestens weitere 30 min überprüft. Das Post-Monitoring wird mit den anwesenden Einheiten vor Ort nach dem Ende der Anstrengung über die genannten 30 min hinaus fortgesetzt, angepasst an organisatorische Abläufe.

Ergänzung: Weitere Maßnahmen, bezogen auf Zeiten ohne Tageslicht, entfallen im konkreten Fall, da Versuche nur bei Tageslicht stattfinden.

- 7) Jede Sichtung von verletzten oder toten Tieren ist zu melden und Details zu registrieren. Der Meldeweg ist im Sichtungsprotokoll festgelegt.

Vor und während der Anspengversuche wird ein Radius von mindestens zwei nautischen Meilen mit den zur Verfügung stehenden Plattformen überwacht, dabei wird rund um die festgelegte Stelle der Anspengung in kreisförmigen Bahnen das Gebiet nach möglichen Schweinswalen abgesucht, beginnend von innen nach außen. Auf einer Plattform wird sich ebenfalls ein System für die passive akustische Detektion befinden (siehe im Folgenden). Die Beobachtung wird im Radius der ersten nautischen Meile intensiviert durchgeführt, um die unmittelbare, potentielle Gefährdung von Schweinswalen bestmöglich zu vermeiden. Zusätzlich werden bereits im Vorfeld akustische Vergrämungsmaßnahmen mit akustischen Geräten zur Vertreibung eingesetzt (siehe 3.1 akustischer Warnkordon und 3.2. „Seal Scarer“)

2.4 Akustische Überwachung

Die akustische Überwachung vor der Durchführung der Anspengversuche im Bundeswehr-Sperrgebiet Schönhagen findet von dedizierten Booten aus statt. Im Folgenden werden die durchgeführten Maßnahmen genannt, wie die in diesem Fall angewandte Methodik der passiven Detektion.

Verfahrensweise:

- 1) Die akustische Überwachung wird durch geschultes Beobachtungspersonal und beteiligte Experten durchgeführt, entsprechend der Möglichkeiten werden die zur Verfügung stehenden Sensoren eingesetzt (passives akustisches System zur Detektion). Zusätzlich wird akustische Detektionssoftware eingesetzt.
- 2) Akustische Überwachung in der Zeit ohne Tageslicht - nicht relevant, entfällt hier
- 3) Akustische Kontakte werden gemeldet und werden ebenso wie visuelle Sichtungen erfasst. Die akustischen Details werden vermerkt, um die Identifikation zu bestätigen. Beispiele von den im Einsatzgebiet vorkommenden Walarten liegen zur Bestimmung vor (im Normalfall handelt es sich hier nur um den lokal vorkommenden Schweinswal, der Seehund wird nur sporadisch gesichtet, vor allem Einzeltiere).

Im Vorfeld der jeweiligen Anspengversuche wird, analog zu der visuellen Überwachung, mit ausreichendem Vorlauf (im konkreten Fall mind. 120 min) mit akustischer Überwachung begonnen. Eine Plattform ist der Träger des geschleppten bzw. abhängbaren passiven Akustiksystems (Hydrophon), auf einer weiteren Plattform ist, sofern verfügbar, zusätzlich ein Echolotsystem („Fischlupe“) zum kleinräumigen Absuchen des Gebietes installiert.

Das passive akustische System beinhaltet Hydrophone, mit denen die häufigsten Ortungsklicklaute der Schweinswale im hochfrequenten Bereich (etwa 120 bis 140 kHz) erfasst werden können. Eine Anbindung an Hardware und Visualisierung durch Software ermöglicht eine Erkennung und Klassifikation der jeweiligen Laute (siehe Beispiel in Abb. 4).

Das akustische Absuchen nach Schweinswalen erfolgt durch kreisförmige Bahnen um den Ort der Anspregung, analog zur visuellen Erfassung (siehe 2.1). Parallel dazu wird die Plattform mit der „Fischlupe“, sofern verfügbar, ebenfalls zur Gebietsüberwachung entsprechende Kurse fahren.

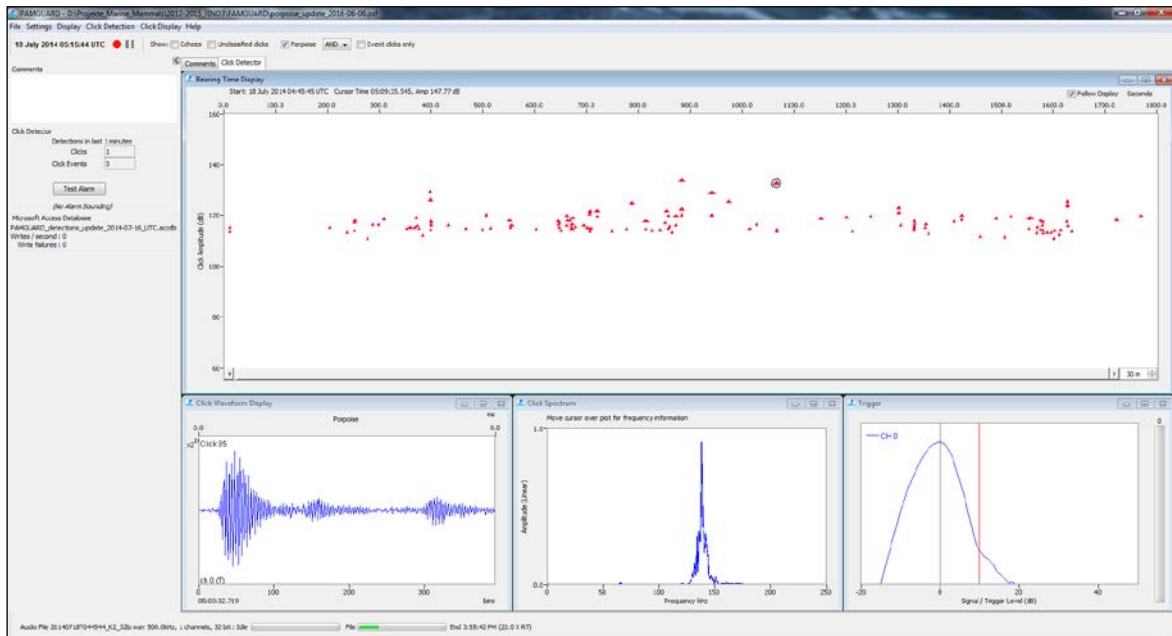


Abb. 4. Beispiel der Darstellung von Schweinswalclicklauten mit dem Detektionsprogramm PAMGUARD© (Gillespie et al. 2008). Der obere Bereich zeigt detektierte Klicks, der untere Bereich akustische Details.

3. Vergrämungsmaßnahmen und Maßnahmen bei Sichtungen

Vor und während der Anspengungen werden zur Vergrämung folgende Mittel gestaffelt eingesetzt, um die Schweinswale zu ihrem Schutz für die Dauer der Maßnahme in immer größere Entfernungen zu verscheuchen:

- 1) Anwendung von speziellen Geräten zur Vergrämung, die im Vorfeld mit dem notwendigen Zeitvorlauf ausgebracht werden und aktiv Unterwasserschallsignale aussenden (akustischer Warnkordon für Schweinswale aus sogenannten „Pingern“ vom Typ Breitband-PAL (PAL = Porpoise Alert, F3 Maritime Technology). Es werden die gebräuchlichen, von der EU anerkannten Vergrämungssignale für Pinger verwendet (siehe nähere Ausführung im Folgenden unter 3.1)
- 2) Einsatz von hochleistungsfähigen, akustischen Vergrämungsgeräten („Seal Scarer“) zur weiträumigen Vertreibung von Schweinswalen (Details siehe in 3.2)
- 3) Einsatz eines Blasenschleiers zur Dämpfung der Unterwasserschallausbreitung
- 4) Unterwasserschallsignale (z.B. Minisprengladungen, Sonarsignale, Unterwassertelefoniesignale), siehe Vergrämungsladungen in 3.4.

3.1 Vergrämung durch Aufbau eines akustischen Warnkordons für Schweinswale

Die Vergrämung der Schweinswale aus dem Bereich der Anspengversuche erfolgt ab 3 Tage (Minimum) bis 6 Tage (Maximum) vor Beginn der Versuche und während dieser mittels eines 10 km langen Kordons, bestehend aus 50 akustischen Warngeräten, allgemein als „Pinger“ bezeichnet (u.a. Dawson et al. 2013). Hier wird ein Pinger von F3 Maritime Technology verwendet („Breitband-PAL“, F3 Maritime Technology, <http://www.f3mt.net/breitband---pal.html#>), aber mit bereits erprobten, üblichen Pinger-Signalen (vgl. Dawson et al. 2013). Vor der Ausbringung der Pinger wird mittig ein sogenannter „Seal Scarer“ zur Vertreibung der sich potentiell im Bereich des akustischen Pinger-Rings aufhaltenden Schweinswale eingesetzt - ein hochleistungsfähiges akustisches Vertreibungsgerät (Details zum Seal Scarer siehe unter 3.2), um so ein Einschließen der Tiere durch die akustische Barriere des Rings zu verhindern. Dies erfolgt mit entsprechendem Zeitvorlauf, so dass Schweinswale das Areal des Kordons in ausreichender Zeit verlassen können (siehe 4. Ablaufplan). Die Pinger erzeugen alle 4-6 Sekunden ein Vergrämungssignal entsprechend nach EU-Verordnung (siehe Europäische Union 2020, Amtsblatt L 213/4, Anhang Satz 1). Sie erreichen dabei einen Quellpegel von etwa 150 dB, re 1µPA, 1m (p-p) mit Frequenzspitzen bei 10, 30, 50, 70, 90, 110 und 130 kHz. Die Signale werden in den Frequenzbereichen zufallsbasiert variiert, so dass kein Gewöhnungseffekt eintritt und die bestmögliche Scheuchwirkung erzielt wird. Nach Kindt-Larsen et al. (2019) wurde unter Normalumständen eine maximale Effektreichweite der Vergrämung mit Pingern von 400 m angegeben, der Hersteller gibt getestete Reichweiten von 320 m an (www.f3mt.net).

Die Wirksamkeit der Vergrämungslaute von Pingern mit den bisher erprobten Signaltypen wurde in diversen Studien erfolgreich belegt (u.a. Dawson et al. 2013, Larsen und Eigaard 2014, Kindt-Larsen et al. 2019).

Anmerkung:

Neben dem hier verwendeten Pinger-Typ (Breitband-PAL) gibt es einen anderen Pingertyp des Herstellers, den Schweinswal-PAL. Dieser wurde zur Vermeidung des Beifangs von Schweinswalen getestet (Culik et al. 2016, Dorrien und Chladek 2018), in Schleswig-Holstein werden sie momentan im Rahmen einer freiwilligen Vereinbarung des Umweltministeriums mit dem Landesfischereiverband in Fischereinetzen in der Ostsee verwendet (siehe www.fischerleben-schleswig-holstein.de, unter Wale & Enten). Die verwendeten schweinswaleigenen Signale sollen die Aufmerksamkeit bzw. akustische Ortung der Tiere erhöhen und somit das Hineinschwimmen in Netze verhindern, dies wurde z.B. in Dänischen Ostseegewässern getestet (siehe Culik et al. 2015).

In der hier vorgesehenen Anwendung wird aber der „klassische“ Pinger-Typ mit den bereits von der EU anerkannten (siehe Europäische Union 2020) und in diversen Studien erfolgreich getesteten Pinger-Signalen eingesetzt (vgl. Dawson et al. 2013, Kindt-Larsen et al. 2019), um so einen größtmöglichen Vergrämungseffekt für die Anwendung vor und während der Anspannung zur Risikominimierung für die lokalen Schweinswale zu erzielen. Für den Einsatzbereich bei Unterwasserdetonationen ist die Priorität die bestmögliche Scheuchwirkung, da bei diesen zeitlich sehr begrenzten Einwirkungen keine mögliche längerfristige Vertreibung von Tieren aus dem Gebiet erfolgt. Es werden keine „schweinswaleigenen“ Signale in diesen Pingern (Breitband-PAL) verwendet. Priorität für das hier geplante Vorhaben ist bestmöglicher Schutz und damit eine größtmögliche Vertreibung der Tiere.

Der Kordon der akustischen Absperrung mit den enthaltenen Pingern hat eine Gesamtlänge von 10.000 Metern und ist unterteilt in 10 Segmente à 1.000 Meter. Die Anordnung der Geräte ist so konzipiert, dass alle 200 Meter ein Pinger in der Kordonleine befestigt ist, so dass insgesamt 50 Geräte eingesetzt werden (siehe Abb. 5 und 6). Durch den gewählten Abstand der Geräte (vgl. Abb. 6) ist eine akustische Überlappung und Abdeckung des Bereichs zwischen benachbarten akustischen Signalquellen für die Vergrämung gewährleistet.

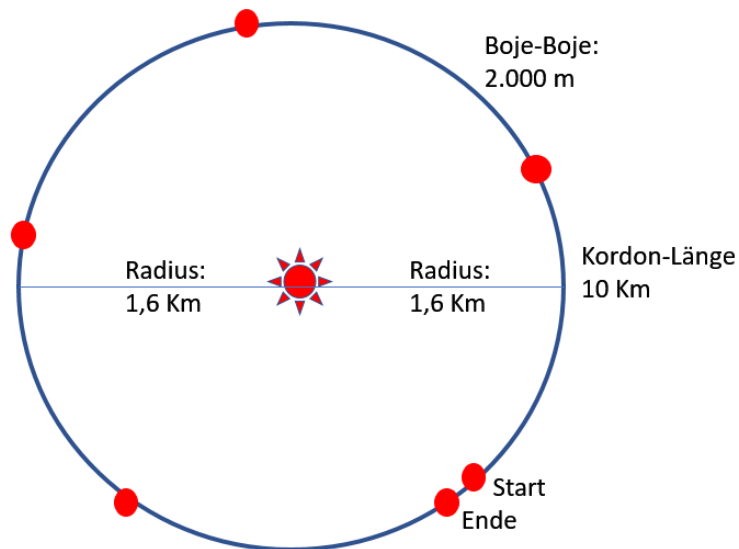


Abb. 5. Aufsicht auf den akustischen Absperrkordon, ausgestattet mit Pingen (10 km Länge). Der Radius des akustisch aktiven, geschützten Bereiches von der Position der Anspengung bis zum Warnkordon beträgt 1,6 km. Ankerbojen sind in etwa 2 km Abstand voneinander befestigt.

Im Bereich des Bundeswehr-Sperrgebiets Schönhagen beträgt die Wassertiefe rund 18 - 23 Meter. Der Warnkordon wird so ausgebracht, dass sich die akustischen, auftriebsneutralen Pinger senkrecht in der Wassersäule in etwa 5 Metern über dem Meeresboden befinden (Abb. 6). Damit ist eine optimale Vergrämung bzw. akustische Barrierewirkung in der Wassersäule durch die Abstrahlung der Schallsignale gewährleistet. Um die notwendigen, operierenden Schiffe (u.a. Erprobung, Absicherung, passive akustische Überwachung) nicht zu behindern, ist die Konstruktion mit entsprechenden Start- und Endbojen sowie kennzeichnenden Flaggenbojen ausgestattet (siehe Abb. 5), die hier nicht weiterführend dargestellt werden.

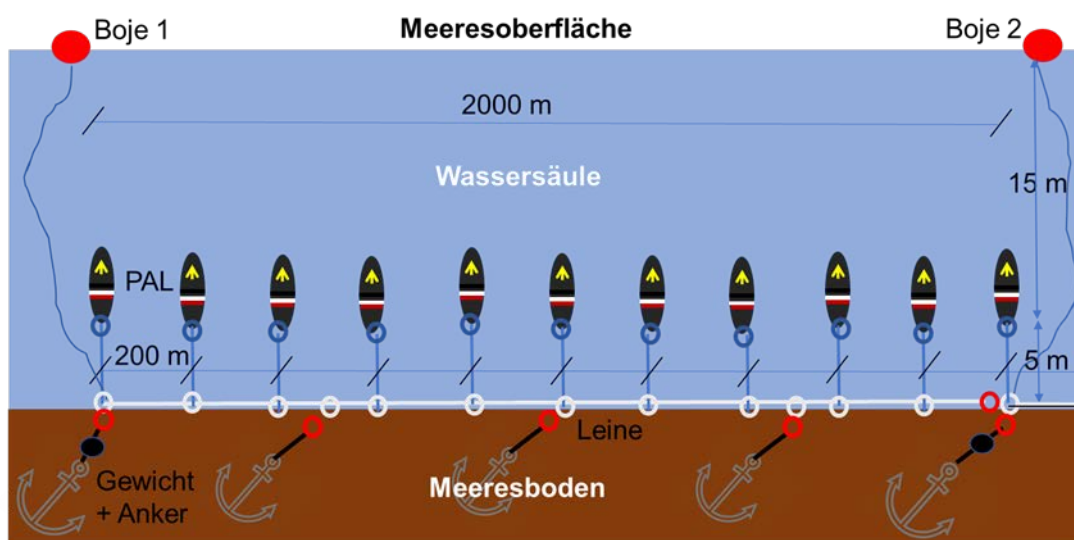


Abb. 6. Schematische Darstellung eines Ausschnitts des akustischen Warnkordons zum Schutz der Schweinswale / Meeressäuger. In Abständen von 200 m ist jeweils ein Pinger angebracht, um eine vollständige akustische Barriere zu bilden. Insgesamt werden 50 Geräte in dem 10 km langen Kordon verwendet.

3.2 Vergrämung durch den Einsatz von akustischen Vergrämungsgeräten („Seal Scarer“)

Die sogenannten “Seal Scarer” (aus dem Engl. - “Robbenabschrecker”) sind Geräte, die dazu konzipiert sind, Robben von Fischereigerät bzw. von Aquakulturanlagen durch für die Tiere unangenehme Geräusche zu vertreiben, um so das Fressen des gefangenen oder gezüchteten Fisches zu verhindern (u.a. Brandt et al. 2012, Brandt et al. 2013, Hermannsen et al. 2015). Dieser Gerätetyp wird als sogenanntes akustisches Gerät zur Abschreckung bezeichnet (Acoustic Deterrent Device - ADD). Da die Seal Scarer deutlich leistungsstärker als die Pinger (siehe 3.1) sind, werden sie als akustische „Belästigungs- bzw. Bedrohungsgeräte“ (Acoustic Harassment Devices - AHDs) bezeichnet (siehe Hermannsen et al. 2015).

In Abb. 7 ist ein Gerät der Firma Lofitech (www.lofitech.no) zu sehen, welches aus einer Batterieeinheit, einer Kontrolleinheit mit Verstärker zum Erzeugen der akustischen Signale und einem Kabel mit dem daran befindlichen Wandler zur Abgabe der Signale in die Wassersäule besteht. Diese Seal Scarer haben eine nachgewiesene Scheuchwirkung auf Schweinswale von bis zu maximal ca. 7,5 km (eingesetzte Frequenz 13,5 - 15 KHz, Quellpegel 189 dB re 1 re 1µPA @1m; Brandt et al. 2012, Hermannsen et al. 2015) und sind damit deutlich wirkungsvoller als die akustischen Pinger. Sie sind aufgrund des relativ hohen Schallquellpegels und der dadurch erzeugten Scheuchwirkung auf die Schweinswale (u.a. Brandt et al. 2013, Hermannsen et al. 2015) besonders für kurzzeitige Einsätze geeignet. Die Tiere sollen effizient bis in weite Entfernungen vergrämt werden, um die akustische Belastung und Verletzungsrisiken der Tiere bestmöglich zu reduzieren (unter anderem Einsatz bei Rammarbeiten für Konstruktion von Offshore-Windparksanlagen, Unterwasserdetonationen).



Abb. 7. “Seal Scarer”-Gerät (Firma Lofitech, Norwegen) mit Batterieeinheit, Kontrolleinheit mit Verstärker, Unterwasserkabel und akustischem Wandler (Foto: Kampfmittelbeseitigungsdienst - KBD, Niedersachsen).

Anmerkung:

Ein weiteres, ähnlich konzipiertes Gerät ist der „Fauna Guard“ (SEAMARCO, Niederlande), der ebenfalls Meeressäuger bzw. Schweinswale vergrämt (siehe Kastelein et al. 2014, Lam und Benda-Beckmann 2015, van der Meij et al. 2015, SEAMARCO 2018). Da es zum Seal Scarer von Lofitech aber schon mehrere wissenschaftliche Studien mit den nachgewiesenen Wirkreichweiten gibt, insbesondere für Schweinswale (vgl. u.a. Hermanssen et al. 2015), ist hier für die Vergrämung diesem Seal Scarer-Typ vorgesehen.

Neben dem Einsatz eines Seal Scarers vor dem Ausbringen des akustischen Warnkordons (siehe 3.1) werden die Geräte am Tag des Detonationsexperiments zur weiträumigen Vertreibung von Schweinswalen eingesetzt. Es werden zwei Seal Scarer von je einem der anwesenden Schiffe aus eingesetzt (voraussichtlich von den Schleppern). Die beiden Schiffe bewegen sich mit sehr langsamer Fahrt vom inneren Bereich des Pinger-Kordons jeweils nach Nord und Süd, und halten dann deutlich außerhalb des akustischen Warnkordons (Radius des Kordons = 1,6 km) an ihrer nördlichen bzw. südlichen Position, um von dort weiterhin die bestmögliche Scheuchwirkung mit maximaler Reichweite zusätzlich zum Warnkordon zu erzeugen. Somit wird ein möglichst großer Teil der Fläche abgedeckt, in welcher der Pegel von 160 dB SEL überschritten wird.

Die Einsatzzeit der Seal Scarer beginnt mindestens 2 Stunden vor der Anspregung. Damit können Tiere, die sich gegebenenfalls noch in der Nähe befinden, in ausreichender Zeit auf größere Entfernungen vergrämt werden. Bei einer normalen Schwimmggeschwindigkeit des Schweinswals von 5 km/h (1,4 m/s) (Kastelein et al. 2018, siehe Weiterführendes unter 3.3) können Individuen eine Distanz von > 10 km zurücklegen. Bei Fluchtverhalten von Schweinswalen ist eher mit deutlich höheren Schwimmggeschwindigkeiten zu rechnen (vgl. Otani et al. 1998, 2001), so dass bei beispielsweise einer normalen Fluchtgeschwindigkeit von 7,2 km/h (2 m/s) (siehe Kastelein et al. 2018) eine Strecke von 14,4 km zurückgelegt werden kann. In Abb. 8 ist schematisch die Position der eingesetzten Seal Scarer dargestellt, die von Bord der Schleppschiffe eingesetzt werden. Die Geräte werden bis unmittelbar vor der Anspregung eingesetzt.

Wenn es die Konfiguration des Versuchs zulässt (verfügbare Schiffseinheiten und Aufgabenzuweisung, Sicherheitsaspekte etc.) kann optional ein weiterer Seal Scarer eingesetzt werden, der vom inneren Bereich des Pinger-Kordons in östlicher Richtung verbracht wird, um dann dort stationär außerhalb des Kordons Schweinswale zu vergrämen, analog zu den Seal Scarern in Nord- und Südposition. Diese Option ist alternativ zur akustischen Überwachung (siehe 2.4) möglich.

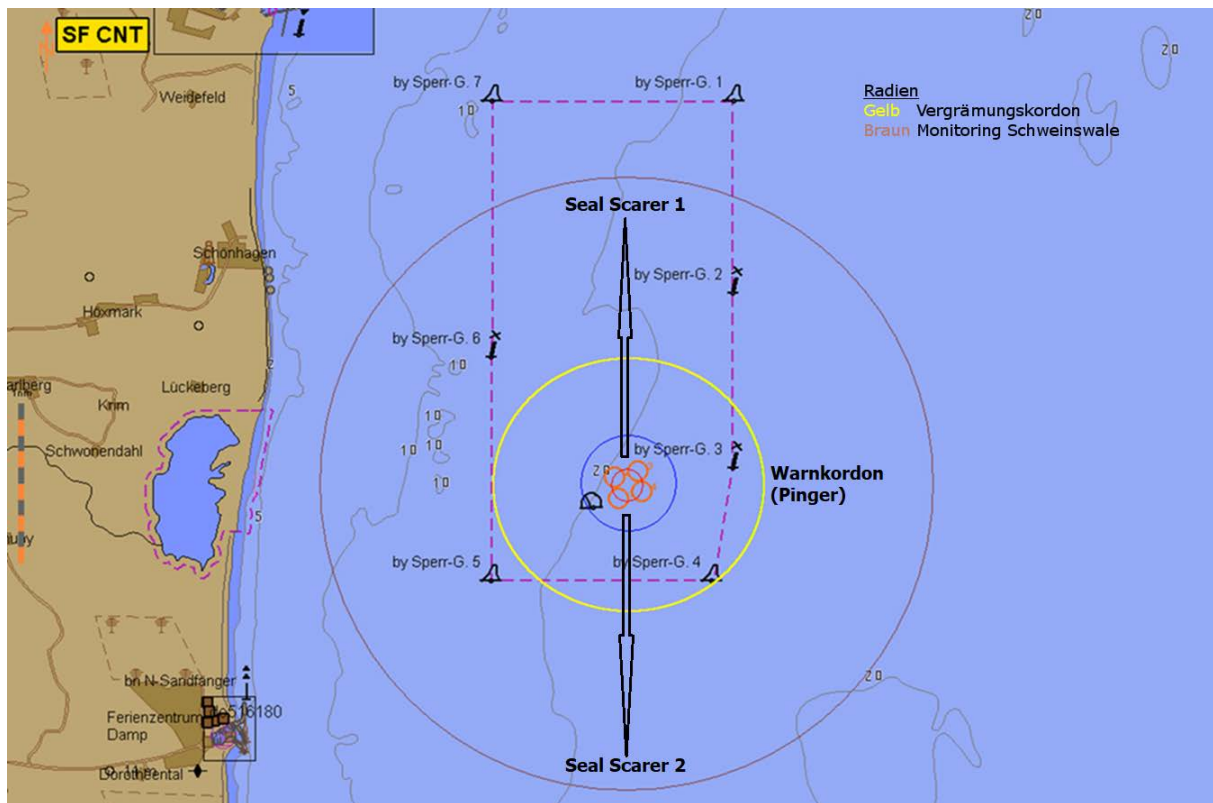


Abb. 8. Sperrgebiet Schönhagen mit Darstellung der Bewegungsrichtung der eingesetzten Seal Scarer (schwarze Pfeile), die an Bord der Schlepper in Nähe der Anspengstelle bis zu Positionen außerhalb des akustischen Warnkordons der Pinger (gelb, Radius 1,6 km) verbracht werden und dort stationär weitersenden.

3.3 Vergrämung mit Unterwasserschallsignalen (Minisprengladungen)

- 1) 30 min vor Beginn erfolgt der Einsatz von Minisprengladungen, in definierten Zeitintervallen (siehe auf Seite 17). Die Methodik berücksichtigt die mittleren Schwimmgeschwindigkeiten des Schweinswals, so dass die Tiere sich in ausreichender Zeit noch weiter vom potentiellen Risikogebiet für physische Beeinträchtigungen entfernen können (siehe im Folgenden). Bei deutlicher Scheuchwirkung durch die Vergrämung sind deutlich kürzere Zeiten des Wegschwimmens anzunehmen. Die Minisprengladungen dienen hier als zusätzlich verstärkende Maßnahme für die weit entfernten Bereiche. Die Vergrämung erfolgt in kontinuierlicher Abstimmung mit der visuellen und akustischen Überwachung.
- 2) Bei Sichtung von Meeressäugern / Schweinswalen im definierten Entfernungsbereich von 2 nautischen Meilen (siehe 2.1) wird der Countdown unterbrochen, erst wenn keine Tiere in diesem Umkreis gesichtet werden, erfolgt die Fortsetzung des Countdowns.
- 3) Beobachtungen und Erkenntnisse über die durchgeführten Vergrämungsmaßnahmen (angewandte akustische Methoden) werden im Sichtungsprotokoll vermerkt.

Vergrämung und Schwimmgeschwindigkeit des Schweinswals

Aufgrund des vorherigen Einsatzes von Seal Scarem sowohl beim Ausbringen des akustischen Warnkordons als auch am Versuchstag mit entsprechendem Zeitvorlauf (siehe 3.1 und 3.2) ist basierend auf der Erfahrung anderer Studien (u.a. Herrmannsen et al. 2015) die Anwesenheit von Schweinswalen in der Nähe des Pinger-Rings unwahrscheinlich und innerhalb des Pinger-Rings sehr unwahrscheinlich. Der zeitliche Einsatz der Vergrämungsladungen mit minimalen Ladungsmengen ist so konzipiert, dass die sich möglicherweise noch im weiteren Umfeld der Position der Ansprengung aufhaltenden Schweinswale in ausreichender Zeit auch aus dem Gefährdungsbereich für TTS schwimmen können.

Bei einer zugrunde gelegten, üblichen mittleren Schwimmgeschwindigkeit des Schweinswals von etwa 1,4 m/s (5 km/h, vgl. Kastelein et al. 2018, Würsig et al. 2018) entfernt sich ein Individuum nach 5 min um 420 m, nach 10 min um 840 m, nach 15 min um 1260 m und nach 19 min um 1600 m. Nach 30 min hat demnach ein Tier seinen Abstand um mindestens 2500 m vergrößert (siehe Tab. 1). Die hier genutzte Schwimmgeschwindigkeit ist die energieeffizienteste und eine übliche Fortbewegung, der Schweinswal kann Maximalschwimmgeschwindigkeiten (unter anderem bei Fluchtverhalten) von etwa 7 m/s (25 km/h) erreichen (siehe Otani et al. 1998, Otani et al. 2001). Bei einer angenommenen normalen Fluchtgeschwindigkeit von 7,2 km/h (vgl. Tab. 1), also deutlich unter dem möglichen Maximum von 25 km/h, und unter Annahme einer zielgerichteten Schwimmbewegung von der Ansprengungsstelle weg, wäre er nach 30 min in einer Entfernung von 3600 m zur Position der Ansprengung.

Tab. 1. Erreichbare Schwimmdistanzen des Schweinswals für die mittlere (5,04 km/h) und maximale Schwimgeschwindigkeit (7,2 km/h, bei Fluchtverhalten) bei Vergrämungsreaktion (Wegschwimmen).

Zeit (min)	Abstand (km)	
	bei 5,04 km/h	bei 7,2 km/h
1	0,08	0,12
5	0,42	0,60
10	0,84	1,20
15	1,26	1,80
20	1,68	2,40
25	2,10	3,00
30	2,52	3,60
35	2,94	4,20

Vergrämung mit Minisprengladung und mögliche Schalldruckpegel / Schallexpositionspegel

Durch den Einsatz von dosierten Schallsignalen mit sehr kleinen Ladungsmengen soll im unmittelbaren Vorfeld der Anspengversuche mit ausreichendem Zeitvorlauf die Dichte der Schweinswale bzw. Meeressäuger (die Vergrämungssignale werden ebenfalls für den Seehund genutzt) auch in größeren Entfernungen noch weiter minimiert werden. Im Vorangegangenen wurde bereits die schon im Vorfeld installierte Maßnahme der akustischen Vergrämung durch den Warnkordon der Pinger, die Seal Scarer-Geräte und die Risikominderung durch den Blasenschleier aufgezeigt. Basierend aus Ergebnissen der Scheuchwirkung von Pingern (siehe u.a. Kindt-Larsen et al. 2019) sowie der Seal Scarer-Geräte (u.a. Brandt 2012, Brandt et al. 2013, Hermannsen et al. 2015, Lam und Benda-Beckmann 2015) sollte sich die Anzahl der Tiere, die sich möglicherweise noch in der größeren Umgebung des Versuchsbereichs aufhalten, schon auf ein Minimum reduziert haben bzw. bereits alle Tiere dieses Areal verlassen haben. Um dies auch vor Beginn kontinuierlich zu überprüfen, werden die entsprechenden Beobachtungen visuell von den Schiffsplattformen aus sowie die passive akustische Überwachung mit großem Zeitvorlauf vor dem Versuch der Anspengung gestartet (siehe 2.1 und 2.2).

Die Unterwasserschallsignale (hier Minisprengladungen von max. 31 g) dienen dazu, eine potentielle Gefährdung einer direkten physischen Verletzung bzw. Beeinträchtigung mit noch größerer Sicherheit auszuschließen bzw. bei gegebenenfalls noch letzten, verbliebenen Individuen im Gefahrenbereich eine Fluchtreaktion und Wegschwimmen in ausreichender Zeit zu erreichen. Eine zeitlich ausreichend gestaffelte Abfolge der Auslösung der Minisprengladungen ist dabei berücksichtigt worden (Schwimgeschwindigkeiten des Schweinswals, vgl. oben).

Die Vergrämungsladungen werden 30 min vor der Anspregung nacheinander in definierten Abständen gezündet. Dabei werden für die ersten 5 Vergrämungen Kleinstladungen (Übungshandgranate) mit je 0,35 g Sprengmasse verwendet, für die darauffolgenden 5 Minisprengladungen Unterwasser-Schallsignalgranaten mit je 31 g Sprengmasse gezündet.

Der Ablaufplan sieht folgende Zündungen vor (Zeit bis zur Anspregung T0):

- 1) 30 min, 29 min, 28 min, 27 min, 26 min = 0,35 g (Übungshandgranate)
- 2) 25 min, 20 min, 15 min, 10 min, 5 min = 31 g (UW-Schallsignalgranate)

Bei der Verwendung von Minisprengladungen von bis zu maximal 31 g kann ein Schalldruckpegel (SPL) von bis zu 190 dB (re 1 μ Pa) bis zu einer Entfernung von ca. 500 m (in 1 m Wassertiefe) und bis maximal ca. 700 m (in 11 m Wassertiefe) auftreten (empirische Formeln siehe Anhang I, Seite 29, Ergebnisse der Modellrechnungen siehe Anhang II, Seite 30). Der ermittelte Schallleistungspegel (SEL) von 160 dB (re 1 μ Pa²s) reicht bis zu einer Entfernung von ca. 800 m (in 1 m Wassertiefe) und bis zu maximal ca. 1500 m (in 11 m Wassertiefe) (vgl. Anhang II, Seite 30). Für die hier vorgesehene Unterwasserschallsignalgranate mit 31 g Sprengmasse beträgt die Reichweite des SEL von 160 dB ca. 500 m (in 11 m Wassertiefe). Dies sind modellbasierte Berechnungen der Wehrtechnischen Dienststelle 71, welche die realen Umweltbedingungen der Kieler Bucht für die Schallausbreitung bereits mit einbeziehen (u.a. Bodentypen, Wassersäule). Dabei handelt es sich um die Bodentypen Geschiebemergel, Sand und Schlick. Die in den Abbildungen von Anhang II jeweils dargestellte schwarze Linie ist eine empirische Abschätzung für die Unterwasserdetonation, basierend auf den Formeln von Anhang I (d.h. ungehinderte Ausbreitung einer Schockwelle ohne Berücksichtigung der realen Umgebungsbedingungen). In Abb. 12 des SEL ist die durchgezogene Linie = für Tiefwasser, die gestrichelte = für Flachwasser, schallharter Sandboden. Die modellbasierte Rechnung des SEL mit realen Parametern liegt zwischen den beiden empirischen Ansätzen (vgl. Abb. 12).

Nach Lucke et al. (2009) wurde bei Schweinswalen ein Erreichen der temporären Hörschwellenverschiebung (TTS) bei einem SPL von 199,7 dB (peak-peak, re 1 μ Pa) und einem SEL von 164,3 dB (re 1 μ Pa²s) ermittelt. Dies sind aufgrund der Messmethode (AEP = Auditory Evoked Potential) vermutlich als konservativ bestimmte Werte anzusehen (vgl. NOAA 2018). Sie bildeten die Grundlage für das Schallschutzkonzept des Bundesamtes für Naturschutz, BfN (BMUB 2013), bei dem für Rammschall beim Bau von Offshore-Windkraftanlagen die präventiven Grenzwerte von 160 dB (re 1 μ Pa²s) SEL für ein Einzelereignis in 750 m sowie ein Spitzenschalldruckpegel von 190 dB (peak-peak, re 1 μ Pa) in 750 m Entfernung festgelegt worden sind.

Der potentielle Gefährdungsbereich einer beginnenden TTS (hier: SPL-Wert ist als Kriterium entscheidender, da sehr kurzes Impulsschallereignis, keine regelmäßigen Wiederholungen, vgl. NOAA 2018) kann bei den Vergrämungsladungen auf Grundlage der Modellrechnungen bei bis zu maximal 1500 m (in Wassertiefe 11 m, siehe Anhang II, Seite 30) verursacht werden. Dies beinhaltet den Bereich noch innerhalb des Warnkordons. Dort werden frühzeitig visuelle und akustische Überwachungsmethoden eingesetzt, so unter anderem auch die Seal Scarer (siehe vorangegangene Kapitel). Der Bereich kann mit den Beobachtungs- und

Vergrämungsmethoden gut abgedeckt werden. Basierend auf Ergebnissen anderer Studien der Vergrämung von Schweinswalen und der Wirksamkeit der eingesetzten Mittel wie Pinger und Seal Scarer (u.a. Kastelein et al. 2014, Hermannsen et al. 2015, Lam und Benda-Beckmann 2015, Kindt-Larsen et al. 2019) kann davon ausgegangen werden, dass die Tiere bereits den unmittelbaren Gefährdungsbereich verlassen haben. Die zeitliche Abfolge der Vergrämungsladungen ist so gestaffelt, dass Individuen von einer Zündung bis zur nächsten eine relativ große Distanz zurücklegen können, auch bei moderater Fluchtreaktion (siehe Tab. 1, vgl. Otani et al. 2001, Würsig et al. 2018).

Die eigentliche Anspregung wird erst durchgeführt, wenn alle im Vorangegangenen beschriebenen Schritte der Vergrämung erfolgreich durchgeführt wurden und es dabei keine visuellen und akustischen Detektionen von Schweinswalen gab (siehe auch Ablaufplan im Folgenden). Bei Sichtung von Tieren während des Prozederes der Schutzmaßnahmen vor der Anspregung muss der Countdown unterbrochen werden. Erst nach eindeutiger Feststellung, dass sich keine Individuen im potentiellen Gefahrenbereich befinden, kann die Versuchsabfolge fortgesetzt werden.

3.4 Einsatz eines Blasenschleiers zur Dämpfung des Unterwasserschallpegels

Für die Anspregversuche wird ein Blasenschleier eingesetzt, um die Schallausbreitung der entstehenden Schockwelle der Detonation zu dämpfen (siehe u.a. Schmidtke und Ludwig 2011, Schmidtke 2012, Koschinski und Lüdermann 2011, Diederichs et al. 2014). Für die Anspregversuche wird ein Blasenschleier eingesetzt, um die Belastung des Seegebiets insbesondere in östlicher Richtung und damit auf die potentiell größte Anzahl von Schweinswalen zu vermindern (Schweinswalpopulationen der Ostsee siehe u.a. Carlen 2013, HELCOM 2019). Der Blasenschleier wird annähernd halbkreisförmig¹ in etwa 500 m Entfernung von der Fregatte angeordnet (Abb. 9). Die einzelnen Teilblasenschleier haben jeweils eine Schlauchlänge von 450 m Länge. Der Abstand zur Fregatte ist so groß, dass eine Verfälschung der Messergebnisse durch Schallreflektionen am Blasenschleier ausgeschlossen werden kann. Die Größe des Blasenschleiers ist durch die technischen Möglichkeiten hinsichtlich der zur Verfügung stehenden Kompressionsleistung und der möglichen Schlauchlänge begrenzt, möglicherweise können die letzten Schlauchelemente jeweils noch um 30 m verlängert werden, so dass eine etwas höhere Abdeckung entsteht. Die Aktivierung des Blasenschleiers erfolgt erst kurz vor der Anspregung, mit ausreichend Vorlauf, damit sich die Blasenwand vollständig aufbauen kann. Die Wirksamkeit der Vergrämungssprengung (siehe 3.3.) wird durch den Blasenschleier nicht eingeschränkt da sie außerhalb davon stattfinden. Alle weiterführenden Details des Blasenschleierkonzepts sind in der Auftragsstudie von Bellmann et al. (2019) enthalten und werden hier nicht weiter ausgeführt.

¹ Ein vollständiger Blasenschleier müsste einen deutlich größeren Abstand von der Sprengstelle einhalten, um die Messungen nicht zu stören, und wäre technisch nicht mit vertretbarem Aufwand zu realisieren.

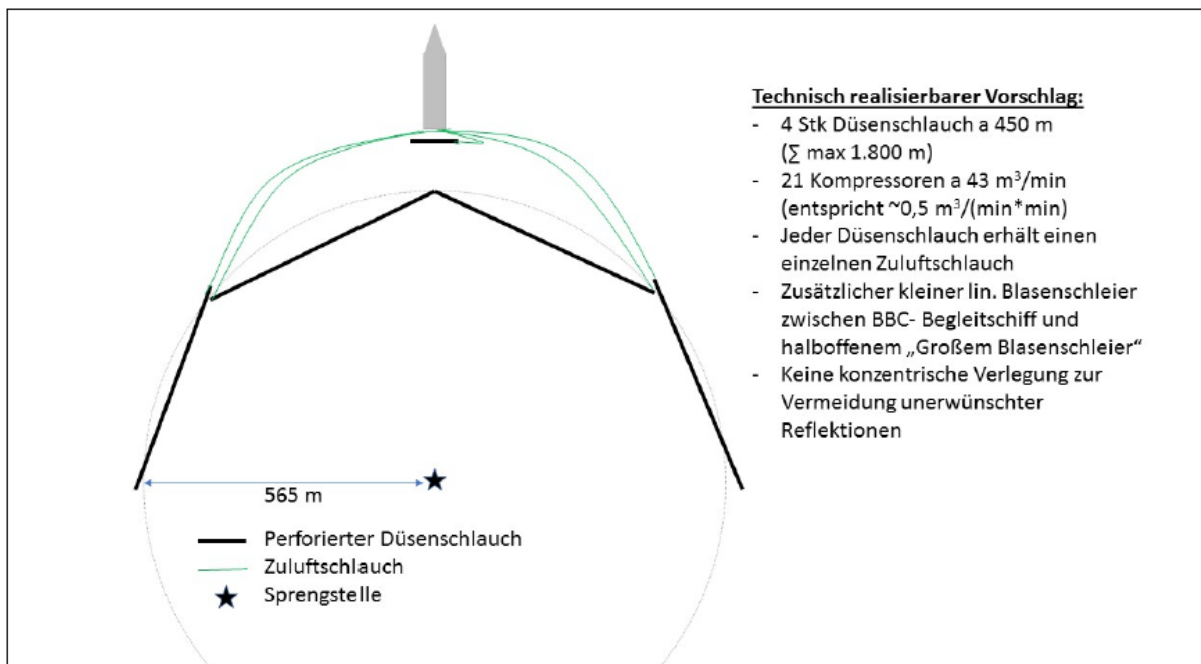


Abb. 9. Schematische Darstellung des Blasenschleiers für den Versuchsaufbau der Anspregung der F 122 exKARLSRUHE (Quelle: Bellmann et al. 2019). Der Blasenschlauch besteht aus vier Teilstücken, Sprengstelle und Position des Schiffs für die Luftzufuhr sind gekennzeichnet.

4. Ablaufplan der Walschutzmaßnahmen

Unter der Voraussetzung, dass alle notwendigen Bedingungen (Wetterverhältnisse, technische Voraussetzungen, Sicherheitsbestimmungen) erfüllt werden können, ist der folgende Ablaufplan vorgesehen (siehe auch Abb. 10., Seite 21):

3 Tage (Minimum) - 6 Tage (Maximum) vorher:

- 1) Aufbau des Pinger-Kordons mit PAL-Geräten, dabei wird zur Vergrämung **mind. 1 Stunde vor dem Ausbringen des Kordons ein Seal Scarer** im Zentrum des auszulegenden PAL-Ringes eingesetzt.
- 2) Aufbau und Test des Blasenschleiers.

Am Versuchstag:

- 3) Beginn der **visuellen Überwachung und passiven akustischen Ortung 3 Stunden vor der Anspregung.**
- 4) **Einsatz der Seal Scarer 2 Stunden vor der Anspregung** von Bord von zwei Schiffen aus (voraussichtlich den Schleppern), diese bewegen sich vom Zentrum der Anspregung in nördliche und südliche Richtung auf eine Position außerhalb des akustischen Warnkordons (siehe Abb. 8), dort bleiben die Geräte bis kurz vor der Zündung aktiv.
- 5) **Zündung der Vergrämungsladungen beginnt 30 min vor der Anspregung** und wird gemäß der zeitlichen Abfolge durchgeführt (-30 min bis - 26 min im Minutentakt mit je 0,35 g, dann alle 5 min von - 25 min bis - 5 min vor der Anspregung mit je 31 g).
- 6) **Aktivieren des Blasenschleiers mit ausreichend Vorlauf vor der Anspregung** (wurde im Vorfeld bereits installiert, siehe 3.3, genaue Aktivierungszeit abhängig von technischen Gegebenheiten).
- 7) Nach erfolgter Anspregung wird gemäß den Überwachungsmechanismen des Walschutzes (siehe 2) das Gebiet weiträumig überprüft.

Im Anhang III (Seite 31) befindet sich später die Handlungsanleitung für die jeweilige Plattform der Schutzmaßnahmen bzw. Vergrämungsmethoden gemäß den oben bereits dargelegten Schritten (Plattformen: Ausbringen Pinger-Kordon, Seal Scarer, Akustisches Monitoring, Visuelles Monitoring, Zündung der Vergrämungsladungen).

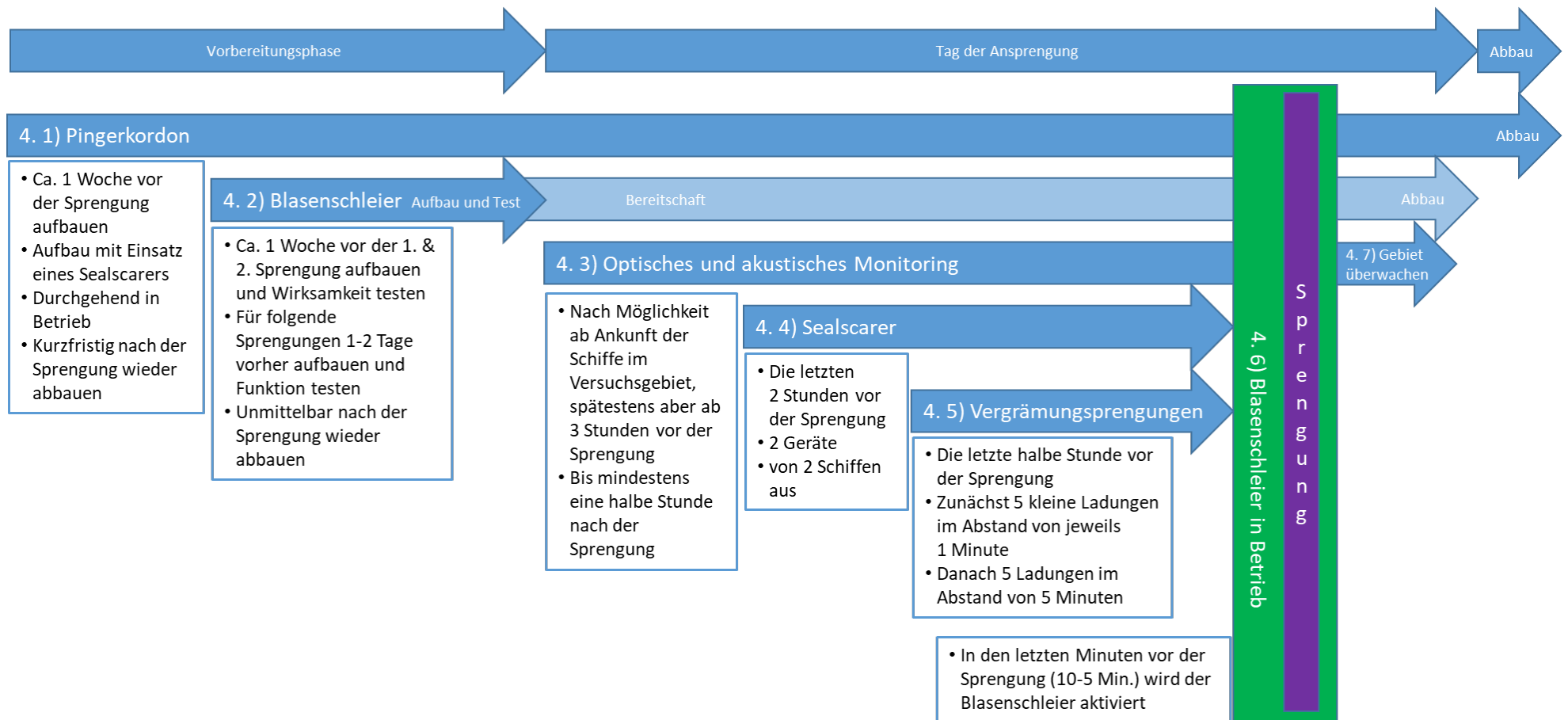


Abb. 10. Schematische Darstellung des Ablaufs der Vergrämungs- und Schallschutzmaßnahmen. Die Länge der Pfeile ist nicht maßstäblich, die Lage zueinander veranschaulicht nur die Abfolge der Maßnahmen.

5. Mögliche Auswirkungen bei Ausfall einzelner Schutzmaßnahmen

Im Folgenden wird zusammenfassend dargelegt, ob einzelne Maßnahmen für den Fall eines Ausfalls kompensierbar sind, ohne die Wirkung des Schutzkonzepts in seiner Gesamtheit deutlich zu verschlechtern.

1) *Pinger-Kordon (PAL Vergrämungsgeräte)*

Der Kordon der Pinger wird schon im Vorfeld des Versuchs ausgebracht. Aufgrund des ausreichenden zeitlichen Vorlaufs kann ein Ausfall ausgeschlossen werden. Der Ausfall einzelner Geräte im Pinger-Kordon, der aufgrund der Konstruktionsweise unwahrscheinlich ist, würde die Gesamtfunktionsfähigkeit des Systems mit insgesamt 50 Geräten nicht signifikant verschlechtern. Die Methodik ist abgesichert.

2) *Seal Scarer*

Der Gerätetyp wird sowohl beim Ausbringen des Pinger-Kordons als auch vor Beginn der Anspregungen eingesetzt. Es werden hier ausreichend Ersatzgeräte zur Verfügung stehen, die gegebenenfalls bei Ausfall eines Gerätes eingesetzt werden können. Für den Vergrämungseinsatz vor den Detonationen sind auf den Schiffsplattformen pro Einheit zwei Geräte geplant (je ein Reservegerät). Die Methodik ist abgesichert.

3) *Optisches Monitoring*

Das optische Monitoring kann nur bei den für die Methodik notwendigen Sichtungs- und Wetterverhältnissen stattfinden. Da auch die Anspregversuche derselben strengen Regelung unterliegen (keine Durchführung bei schlechter Sicht wie z.B. Nebel oder Windstärke von Beaufort > 2 (Wellenhöhe bis i.d.R. max. 1 m), ist dies mit einer optimalen Beobachtung von Schweinswalen konform. Es werden auf den einzelnen Plattformen eingewiesene Beobachter vorhanden sein, unter Anleitung eines/einer koordinierenden Experten. Für jede Plattform werden mehrere Personen eingewiesen. Die Methodik ist abgesichert.

4) *Akustisches Monitoring*

Das akustische Monitoring wird mit Hilfe eines geschleppten Hydrophons von Bord einer Schiffsplattform durchgeführt. Die Erfassungsreichweite ist begrenzt aufgrund der hohen Klickfrequenz der Schweinswale (ca. 110 – 130 kHz). Es können nur Laute in Entfernungen von etwa 200 - 600 m aufgefasst werden, abhängig von den jeweiligen lokal vorherrschenden Schallausbreitungsbedingungen. Die Methodik dient der zusätzlichen Absicherung und Kontrolle des bereits durch die PALs und Seal Scarer vergrämten Gebiets. Hinzu kommt, dass die bereits aktiven Vergrämungssignale von PALs und Seal Scarern ein entsprechendes Hintergrundgeräusch erzeugen. Bei Ausfall des geschleppten Hydrophons besteht noch die Möglichkeit, ein Hydrophon für die akustische Erfassung nahe der Sprengstelle stationär abzusetzen. Der mögliche Ausfall dieser Methodik wird als nicht essentiell für den Abbruch der gesamten Anspregung bewertet. Aufgrund der parallel stattfindenden, anderen Schutz-/Vergrämungsmethoden, insbesondere des

Einsatzes der akustisch leistungsfähigen Seal Scarern ist das akustische Monitoring kompensierbar.

5) *Vergrämungssprengungen*

Die eingesetzten Minisprengladungen dienen einer zusätzlichen Scheuchwirkung von Tieren, die sich noch im weiteren Umfeld der Sprengstelle befinden. Die Methode ist robust, da die notwendigen Ersatzladungen für Ausfall bereitgestellt werden. Im Gesamtschutzkonzept ist die Methodik nicht essentiell für die Durchführung, sie dient zur zusätzlichen Verstärkung des Scheueffekts von PALs und Seal Scarer.

6) *Blasenschleier*

Diese Methodik ist für die Reduzierung kritischer Schallpegel und damit des gesamten Schallschutzkonzepts essentiell. Ein Ausfall der Methodik kann nicht kompensiert werden und hätte den Abbruch des jeweiligen Ansprengversuchs zur Folge.

6. Literaturquellen

- Bellmann, M. A., Remmers, P. & Eng, B. (2019). Anspregung der EX „Karlsruhe“ Definition eines „Großen Blasenschleiers“ für Sprengungen der WTD 71 im Sperrgebiet Schönhagen. Technischer Abschlussbericht im Auftrag der WTD71.
- Benke, H., Siebert, U., Lick, R., Bandomir, B. & Weiss, R. (1998). The current status of harbour porpoises (*Phocoena phocoena*) in German waters. *Archive of Fishery and Marine Research* 46(2): 97–123.
- Benke, H., Bräger, S., Dähne, M., Gallus, A., Hansen, S., Honnef, C.G., Koblitz, J., Krügel, K., Liebschner, A., Narberhaus, I. & Verfuss, U.K. (2014): Baltic Sea harbour porpoise populations: Status and conservation needs derived from recent survey results. *Marine Ecology Progress Series* 495: 275-290.
- BMUB (2013). Konzept für den Schutz der Schweinswale vor Schallbelastungen bei der Errichtung von Offshore-Windparks in der deutschen Nordsee (Schallschutzkonzept). Bericht BfN, <https://www.bfn.de/themen/awz-zulassungen-in-nord-und-ostsee/offshore-windparks.html>, 33 pp.
- Brandt, M. J., Höschle, C., Diederichs, A., Betke, K., Matuschek, R., Witte, S. & Nehls, G. (2012). Effectiveness of a sealscarrer in deterring harbour porpoises (*Phocoena phocoena*) and its application as a mitigation measure during offshore pile driving. Final Report for the German Federal Ministry for the Environment, Nature Conservation reference number: 0325141, and the Danish Offshore Demonstration Programme, Bioconsult SH, Husum, 109 pp.
- Brandt, M., Höschle, C., Diederichs, A., Betke, K., Matuschek, R. & Nehls, G. (2013): Seal scarers as a tool to deter harbour porpoises from offshore construction sites. *Marine Ecology Progress Series* 475: 291-302.
- Carlen, I. (2013). The Baltic Sea ecosystem from a porpoise point of view. Doktoranduppsats, Universität Stockholm, 2013:8, 33 pp.
- Carlen, I., Thomas, L., Carlström, J., Amundin, M., Teilmann, J., Tregenza, N., Tougaard, J., Koblitz, J., Sveegaarde, S., Wennerberg, D., Loisah, O., Dähne, M., et al. (2018). Basin-scale distribution of harbour porpoises in the Baltic Sea provides basis for effective conservation actions. *Biological Conservation* 226: 42-53.
- Culik, B.M., van Dorrien, C., Müller, V. & Conrad, M. (2015). Synthetic communication signals influence wild harbour porpoise (*Phocoena phocoena*) behaviour. *Bioacoustics: The International Journal of Animal Sound and its Recording*, DOI: 10.1080/09524622.2015.1023848.
- Culik, B.M., von Dorrien, C. & Conrad, M. (2016). Porpoise Alerting Device (PAL): synthetic harbour porpoise (*Phocoena phocoena*) communication signals influence behaviour and reduce by-catch. Seiten 150-155 in: BfN-Skripten 451 (2016). Progress in Marine Conservation in Europe 2015 (Eds. von Nordheim, H. & Wollny-Goerke, K.). Proceedings of the Conference, Stralsund, 14.-18. Sept. 2015, Bonn, 260 pp.
- Dawson, S.M., Northridge, S., Waples, D. & Read, A. (2013). To ping or not to ping: the use of active acoustic devices in mitigating interactions between small cetaceans and gillnet fisheries. *Endangered Species Research* 19: 201-221.

- Deutsche Marine, Bundeswehr (2019). Fleetgen 03-2019. Anweisung zur Berücksichtigung des Einflusses von Unterwasserschall zum Schutz der Meeressäuger und maritimer Lebensräume (VS NfD), Marinekommando, Rostock.
- Diederichs, A., Pehlke, H., Nehls, G., Bellmann, M., Gerke, P., Oldeland, J. Grunau, C., Witte, S. & Rose, A. (2014). Entwicklung und Erprobung des großen Blasenschleiers zur Minderung der Hydroschallemissionen bei Offshore-Rammarbeiten. Schlussbericht des Forschungsprojektes 0325309A/B/C (BMU), Bioconsult SH, ITAP Oldenburg, Hydrotechnik Lübeck. Husum, 247 pp.
- von Dorrien, C. & Chladek, J. (2018). Sicherung der Wettbewerbsfähigkeit der deutschen Fischerei durch Entwicklung innovativer, praxistauglicher PAL-Warngeräte zur Minimierung von Schweinswal-Beifängen. Schlussbericht des Teilprojektes 1, Thünen-Institut für Ostseefischerei, Rostock, 17 pp.
- Europäische Union (2020). Durchführungsverordnung (EU) 2020/967 der Kommission vom 3. Juli 2020 mit detaillierten Vorschriften für die Signal- und Einsatzmerkmale akustischer Abschreckvorrichtungen gemäß Anhang XIII Teil A der Verordnung (EU) 2019/1241 des Europäischen Parlaments und des Rates mit technischen Maßnahmen für die Erhaltung der Fischereiressourcen und den Schutz von Meeresökosystemen. Amtsblatt der Europäischen Union, L 213, 06.07.2020.
- Frey, T., Fischer, J.-U. & Holländer, R. (2019). Qualitätsleitfaden Offshore-Kampfmittelbeseitigung. Studien zu Infrastruktur und Ressourcenmanagement. Band 10, Universität Leipzig. Logos Verlag GmbH, Berlin, 189 pp. (<https://www.logos-verlag.com/ebooks/OA/978-3-8325-4889-6.pdf>)
- Galatius, A., Kinze, C.C., & Teilmann, J. (2012). Population structure of harbour porpoises in the Baltic region: evidence of separation based on geometric morphometric comparisons. *Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom* 92(08): 1669–1676.
- Gillespie, D., Gordon, J., Mchugh, R., McLaren, D., Mellinger, D. K., Redmond, P., Thode, A., Trinder, P. & Deng, X.Y. (2008). Pamguard: Semiautomated, open source software for real-time acoustic detection and localization of cetaceans. *Proceedings of the Institute of Acoustics, Hertfordshire*. Vol. 30. Pt.5.
- Hammond, P.S., Berggren, P., Benke, H., Borchers, D. L., Collet, A., Heide-Jørgensen, M. P., Heimlich, S., Hiby, A. R., Leopold, M. F., & Øien, N. (2002). Abundance of harbour porpoise and other cetaceans in the North Sea and adjacent waters. *Journal of Applied Ecology* 39(2): 361–376.
- Hasselmeier, I., Abt, K. F., Adelung, D., & Siebert, U. (2003). Stranding patterns of harbour porpoises (*Phocoena phocoena*) in the German North and Baltic Seas; when does the birth period occur? *Journal of Cetacean Research and Management* 6(3): 259–263.
- HELCOM. 2019. Baltic Marine Environment Protection Commission - Helsinki Commission. Map and Data Service. <http://maps.helcom.fi/website/mapservice/index.html>.
- Hermannsen, L., Mikkelsen, L. & Tougaard, J. (2015). Review: Effects of seal scarers on harbour porpoises. Research note from DCE - Danish Centre for Environment and Energy, Aarhus University, 23 pp.
- Jefferson, T.A., Webber, M.A. & Pitman, R.L. (2008). Marine mammals of the world. A comprehensive guide to their identification. Academic Press, Elsevier, London, 573 pp.

- Kastelein, R. A., Schop, J., Gransier, R., Steen, N. & Jennings, N. (2014). Effect of Series of 1 to 2 kHz and 6 to 7 kHz Up-Sweeps and Down-Sweeps on the Behavior of a Harbor Porpoise (*Phocoena phocoena*). *Aquatic Mammals* 40 (3): 232-242.
- Kastelein, R. A., van de Voorde, S. & Jennings, N. (2018). Swimming speed of a harbor porpoise (*Phocoena phocoena*) during playbacks of offshore pile driving sounds. *Aquatic Mammals* 44 (1): 92-99.
- Kindt-Larsen, L., Berg, C.W., Northridge, S. & Larsen, F. (2019). Harbor porpoise (*Phocoena phocoena*) reactions to pingers. *Marine Mammal Science*. 35 (2): 552-573.
- Koschinski, S., 2001. Current knowledge on harbour porpoises (*Phocoena phocoena*) in the Baltic Sea. *Ophelia* 55: 167–197.
- Koschinski, S. & Lüdemann, K. (2011): Stand der Entwicklung Schallminimierender Maßnahmen beim Bau von Offshore Windenergieanlagen. Studie im Auftrag vom Bundesamt für Naturschutz (BfN). http://www.bfn.de/habitatmare/de/downloads/berichte/BfNStudie_Bauschallminderung_Juli-2011.pdf.
- Kottmann, J. (2013). Spatio-temporal patterns of harbor porpoise (*Phocoena phocoena*) calves in German waters. Master Thesis, Christian-Albechts-Universität, Kiel, 84 pp.
- Lam, F.P.A. & Benda-Beckmann, A. M. (2015). Ad-Hoc advies mitigatiemaatregelen voor milieu-impact bij ruiming Blockbuster sep.2015. TNO Report, Den Haag, 11 pp.
- Larsen, F., & Eigaard, O.R. (2014). Acoustic alarms reduce bycatch of harbour porpoises in Danish North Sea gillnet fisheries. *Fisheries Research* 153: 108–112.
- Lockyer, C. & Kinze, C. (2003). Status, ecology and life history of harbour porpoise (*Phocoena phocoena*) in Danish waters. *NAMMCO Scientific Publications* 5: 143-176.
- Lucke, K., Siebert, U., Lepper, P. A. & Blanchet, M.-A. (2009). Temporary shift in masked hearing thresholds in a harbor porpoise (*Phocoena phocoena*) after exposure to seismic airgun stimuli. *Journal of the Acoustical Society of America* 125 (6): 4060-4070.
- Ludwig, S., Nissen, I. & Knoll, M. (2008). The German Sound Propagation Model Mocassin - Integration of a marine mammal data base for improving protection measures. *Bioacoustics*, Special Issue 17 (1-3): 253-255.
- Ludwig, S. (2011) Identifikationstafeln. Wale und Delfine. WTD 71 und Deutsche Marine (DSK M2047521497), Eckernförde (Drucksache der Bundeswehr).
- Ludwig S. & Nissen, I. (2014). Atlas der marinen Säugetiere. Forschungsbericht WTD 71 0073/2013 FB, Kiel, 35 pp.
- National Marine Fisheries Service. (2018). 2018 Revisions to: Technical Guidance for Assessing the Effects of Anthropogenic Sound on Marine Mammal Hearing (Version 2.0): Underwater Thresholds for Onset of Permanent and Temporary Threshold Shifts. U.S. Dept. of Commer., NOAA. NOAA Technical Memorandum NMFS-OPR-59, 167 p.
- Otani, S., Naito, Y., Kawamura, Kawasaki, M., Nishiwaki, S.A. & Kato, A. (1998). Diving behaviour and performance of harbor porpoise, *Phocoena phocoena*, in Funka Bay, Hokkaido, Japan. *Marine Mammal Science* 14:209-220.
- Otani, S., Naito, Y., Kato, A. & Kawamura, A. (2001). Oxygen consumption and swim speed of the harbor porpoise *Phocoena phocoena*. *Fisheries Science* 67 (5): 894-898.

- SEAMARCO (2018). Acoustic Seal Deterrent (ASD) Model 01. Manual, SEAMARCO – Director Dr. R. Kastelein, Harderwijk, 6 pp.
- Shirihai, H. & Jarrett, B. (2008). Meeressäuger. Kosmos Verlag, Stuttgart, 384 pp.
- Siebert, U., Gilles, A., Lucke, K., Ludwig, M., Benke, H., Kock, K.-H., & Scheidat, M. (2006). A decade of harbour porpoise occurrence in German waters - Analyses of aerial surveys, incidental sightings and strandings. *Journal of Sea Research* 56(1): 65–80.
- Schmidtke, E. und Ludwig, S. (2011). Schutz der Meeressäuger vor Schockwellen - Sprengkampagne HEIDKATE 2011. Forschungsbericht WTD 71-0156/2011-FB, Kiel.
- Schmidtke, E. (2012). Schockwellendämpfung mit einem Luftblasenschleier im Flachwasser. Proceedings der DAGA, Darmstadt, p. 949-950.
- Sveegaard, S., Teilmann, J., Berggren, P., Mouritsen, K.N., Gillespie, D. & Tougaard, J. (2011). Acoustic surveys confirm the high-density areas of harbour porpoises found by satellite tracking. *ICES Journal of Marine Science* 68: 929–936.
- Sveegaard, S., Andreasen, H., Mouritsen, K.N., Jeppesen, J.P., Teilmann, J. & Kinze, C.C. (2012). Correlation between the seasonal distribution of harbour porpoises and their prey in the Sound, Baltic Sea. *Marine Biology* 159: 1029-1037.
- Van der Meij, H., Kastelein, R., Van Eekelen, E. & Van Koningsveld, M. (2015). FAUNAGUARD: A scientific method for deterring marine fauna. *Terra et Aqua* 138: 17-24
- Viquerat, S., Herr, H., Gilles, A., Peschko, V., Siebert, U., Sveegaard, S. & Teilmann, J. (2014). Abundance of harbour porpoises (*Phocoena phocoena*) in the western Baltic, Belt Seas and Kattegat. *Marine Biology*: DOI 10.1007/s00227-013-2374-6.
- Viquerat, S., Gilles, A., Herr, H., Siebert, U., Gallus, A., Krügel, K. & Benke, H. (2015). Monitoring von marinen Säugetieren 2014 in der deutschen Nord- und Ostsee. Bericht für Bundesamt für Naturschutz (BfN), ITAW der Tierärztlichen Hochschule Hannover und Deutsches Meeresmuseum Stralsund, 83 pp.
- Würsig, B., Thewissen, J.G.M. & Kovacs, K.M. (2018). Encyclopedia of marine mammals. 3. Auflage, Academic Press, Elsevier, London. 1157 Seiten.

Anhang I: Empirische Berechnung von Schalldruckpegel (SPL) und Schallexpositionspegel (SEL) bei Unterwasserdetonationen (Impulsschall)

Da die Ausbreitung der Schockwelle ein komplexer, nichtlinearer Vorgang ist, ist eine analytische Lösung nicht möglich und auch numerische Lösungen sind relativ anspruchsvoll. Basierend auf Ähnlichkeitsbetrachtungen (Kirkwood und Bethe) und Messreihen wurden jedoch verschiedene empirische Formeln entwickelt, die unter gewissen Voraussetzungen eine näherungsweise Beschreibung erlauben.

Im Folgenden bezeichnet W das Ladungsgewicht des Sprengstoffs in Kilogramm und d den Abstand in Meter. Es wird eine sphärische Ladung angenommen.

Für den Spitzendruck (bezogen auf den Umgebungsdruck) in Pascal gilt näherungsweise

$$p_{\max} = 52.4 \cdot 10^6 \left(\frac{W^{1/3}}{d} \right)^{1.13} \quad (1)$$

und für die Energieflussdichte in Pa·m

$$E = 84.4 \cdot 10^3 W^{1/3} \left(\frac{W^{1/3}}{d} \right)^{2.04} . \quad (2)$$

Der *Sound Pressure Level* angegeben in dB re $1 \mu\text{Pa}$ ergibt sich aus dem Spitzendruck zu

$$\text{SPL} = 20 \log_{10} (p_{\max} \cdot 10^6) . \quad (3)$$

Der *Sound Exposure Level* angegeben in dB re $1 \mu\text{Pa}^2 1 \text{s}$ ergibt sich aus Energieflussdichte, Dichte ($\rho = 1014 \text{ kg/m}^3$) und Schallgeschwindigkeit ($c = 1474.71 \text{ m/s}$) zu

$$\text{SEL} = 10 \log_{10} (\rho c E \cdot 10^{12}) . \quad (4)$$

Anhang II: Schalldruckpegel (SPL) und Schallexpositionspegel (SEL) bei der Verwendung von Minisprengladungen (31 g) zur Vergrämung

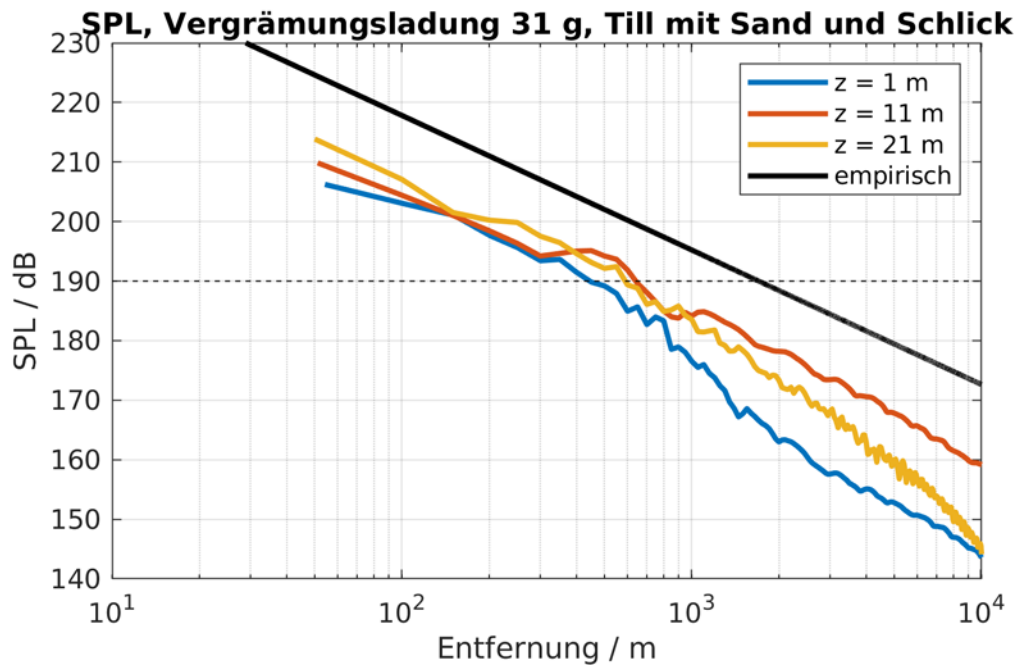


Abb. 11. Spitzenschalldruckpegel (SPL) in dB (re 1 μ Pa) in Abhängigkeit der Entfernung bei Detonation einer 31g-Vergrämungsladung für 3 verschiedene Wassertiefen. Modellbasierte Rechnung der WTD 71 unter Berücksichtigung realer Umweltparameter der Eckernförder Bucht (Bodentypen, Wassersäule). Zum Vergleich ist der rein empirisch bestimmte Wert einer sich ungehindert ausbreitenden Schockwelle (schwarze Linie) eingetragen. Die gestrichelte Linie markiert den TTS-Grenzwert für den Schweinwal.

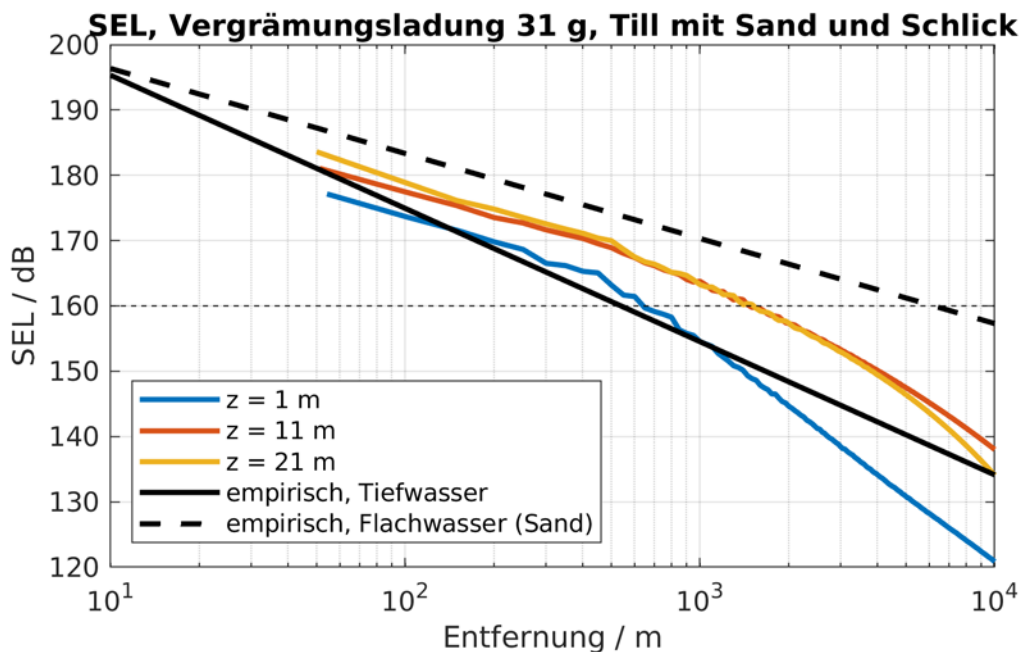


Abb. 12. Schall-expositionslevel (SEL) in dB (re 1 μ Pa²s) in Abhängigkeit der Entfernung bei Detonation einer 31g-Vergrämungsladung für 3 verschiedene Wassertiefen. Modellbasierte Rechnung der WTD 71 unter Berücksichtigung realer Umweltparameter der Eckernförder Bucht (Bodentypen, Wassersäule). Zum Vergleich ist der rein empirisch bestimmte Wert einer sich ungehindert ausbreitenden Schockwelle (schwarze durchgezogene Linie = für Tiefwasser; gestrichelt = für Flachwasser, Sand, schallhart) eingetragen. Die gestrichelte Linie markiert den TTS-Grenzwert für den Schweinwal.

Anhang III: Plattformbasierter Ablaufplan

(Anmerkung: = „Ablaufkarte“ pro Plattform, zB Seal Scarer, wird nach der Festlegung der beteiligten Einheiten rollenabhängig erstellt, dient dann bei der Durchführung der Anstrengungen insbesondere als Anleitung für die jeweilig zuständige Plattform)